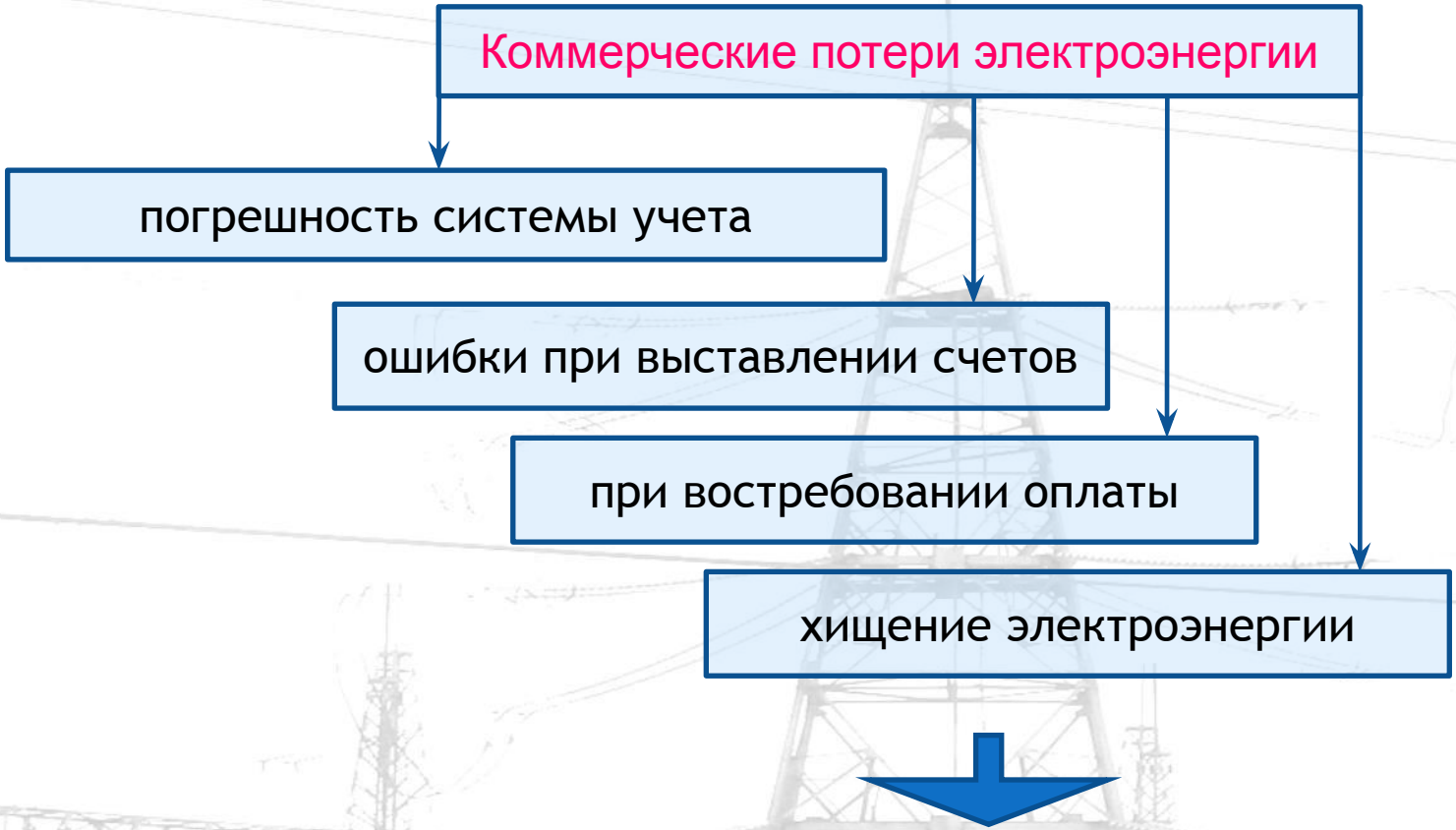
Методы инструментального выявления недостоверного учета электрической энергии

Ковров Иван Александрович
E-mail: ikovrov@russia.ru
Тел. моб. 8-926-363-15-33



- **организация и совершенствование системы учета**
- **снижение «человеческого фактора» и т.п.**

Мы рассмотрим методы инструментального выявления недостоверного учета электрической энергии, методы снятия, построения и анализа векторных диаграмм, с использованием современных недорогих переносных измерительных приборов.

Оснащенность персонала при проведении инструментальных проверок

Для проведения инструментальной проверки по выявления недостоверного учета электроэнергии персонал субъекта электроэнергетики должен быть обеспечен:

- **Инструментами: отвертками с изолированной рукояткой и стержнем; пассатижами с изолированными ручками; индикатором напряжения; фонарем; инженерным калькулятором; пломбиром; запасом пломб и пломбировочной проволоки.**

- **Персональным компьютером, с установленным сервисным программным обеспечением, преобразователями интерфейсов для связи с микропроцессорным счетчиком электроэнергии. Например, для технического обслуживания и программирования многотарифных многофункциональных электросчетчиков типа СЭТ-4ТМ.03, программным обеспечением «Конфигуратор СЭТ-4ТМ», преобразователями интерфейсов УСО-2 (устройство сопряжения оптическое), ПИ-2 (преобразователь интерфейса USB – RS – 485).**

- **Приборами для проведения инструментальной проверки схем включения электросчетчиков и выявления фактов недостоверного учета : вольтамперфазометр ВАФ-85М1 (ВАФ ПАРМА А); образцовый счетчик ЭНЕРГОМЕРА СЕ602-100К.**

Виды возможных ошибок в цепях подключения электросчетчиков

2.Короткие замыкания в измерительных цепях

1. Нарушение целостности цепей подведенных к электросчетчику

3.Неправильные схемы включения счетчиков

- неправильная полярность цепей напряжения или тока;
- скрещивание цепей напряжений или токов;
- неправильный порядок чередования фаз напряжений или токов.

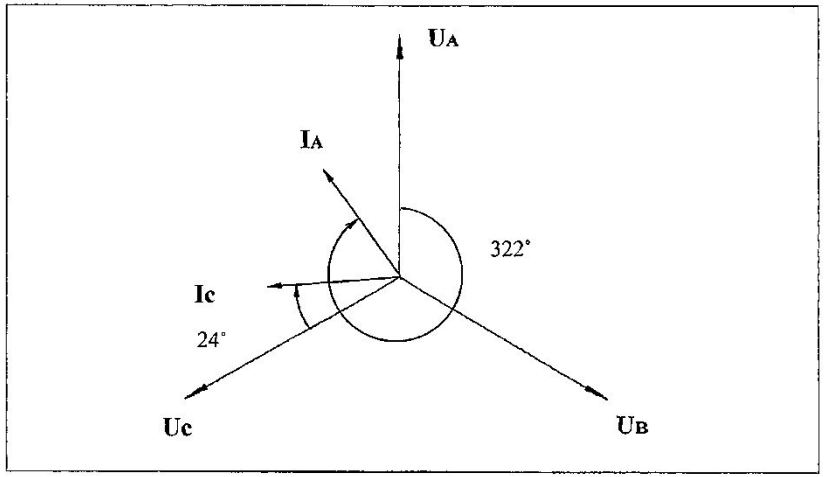
Эти ошибки могут возникнуть как при установке нового счетчика, при замене счетчика на более сложный счетчик, так и во время текущей эксплуатации.

В одном и том же присоединении могут одновременно возникнуть две или больше ошибок.

Примеры возможных ошибок в цепях подключения электросчетчиков

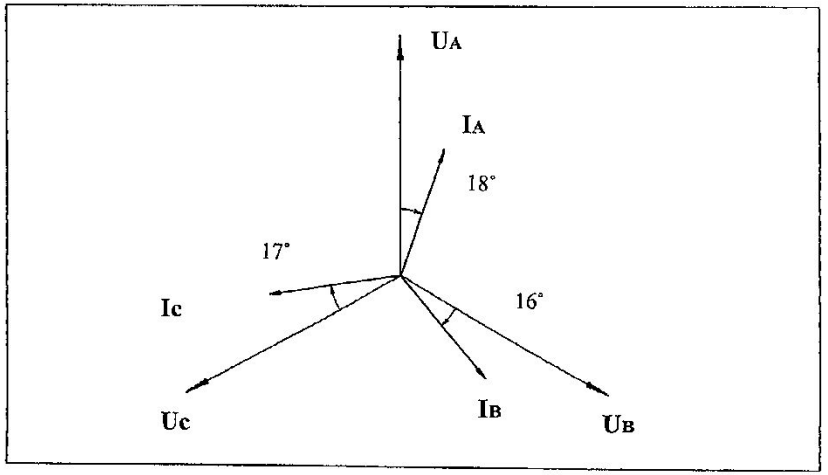
1. Нарушение целостности цепей подведенных к электросчетчику.

Схема включения: 3-х фазная 3-х проводная, двухэлементная:



Обрыв провода вторичной обмотки трансформатора тока (ТТ):

- **Ток в нулевом проводе ТТ I0 равен нулю**
- **Вектор тока другой фазы сдвинут относительно I0 на 180 градусов (верхний рисунок).**
- **До исправления схемы Ракт1 = 117 Вт**



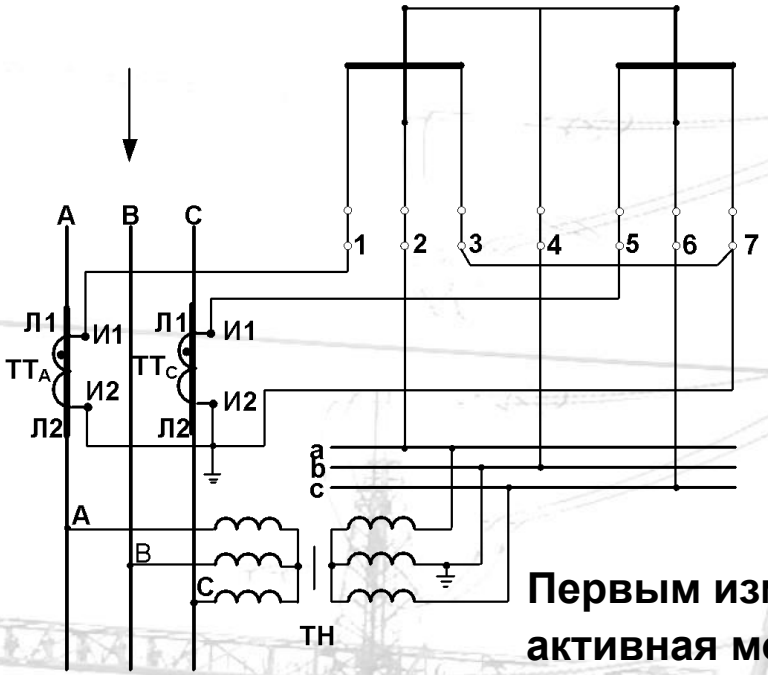
Устранен обрыв провода ТТ, схема включения электросчетчика восстановлена.

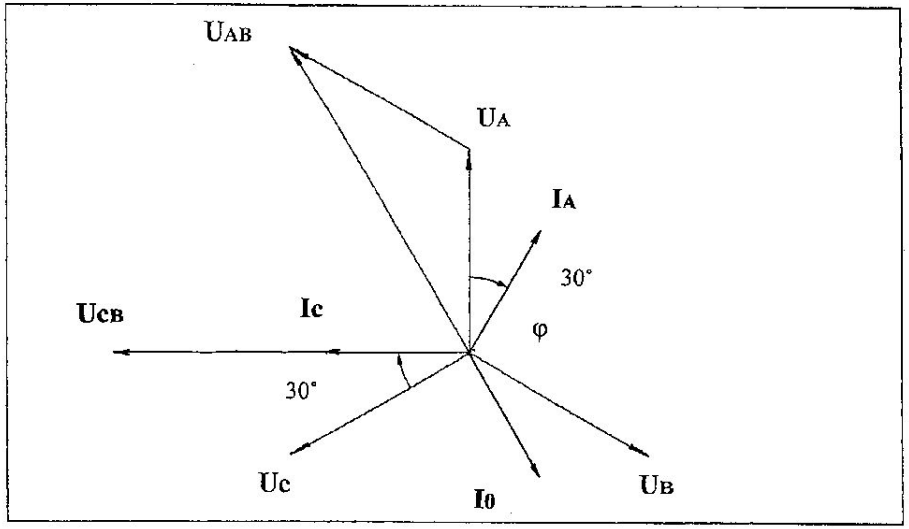
После исправления Ракт2 = 229 Вт,

недоучет Рн= Ракт2 – Ракт1=112Вт (около 50%)

Примеры возможных ошибок в цепях подключения электросчетчиков

Рассмотрим измерение электроэнергии двухэлементным счетчиком СА3У-И670М. Линейные напряжений $U_{AB}=U_{CB}=100$ В, ток $I_A=I_C=1$А,угол фазового сдвига $\varphi=30°$.





Первым измерительным элементом счетчика измеряется активная мощность $P_1=U_{AB}\,I_A\cos(30°+\varphi)=100*1*0{,}5=50$ Вт

Вторым измерительным элементом $P_2=U_{CB}\,I_C\cos(30°-\varphi)=100*1*1=100$ Вт

Активная мощность, измеряемая счетчиком $P=P_1+P_2=150$ Вт

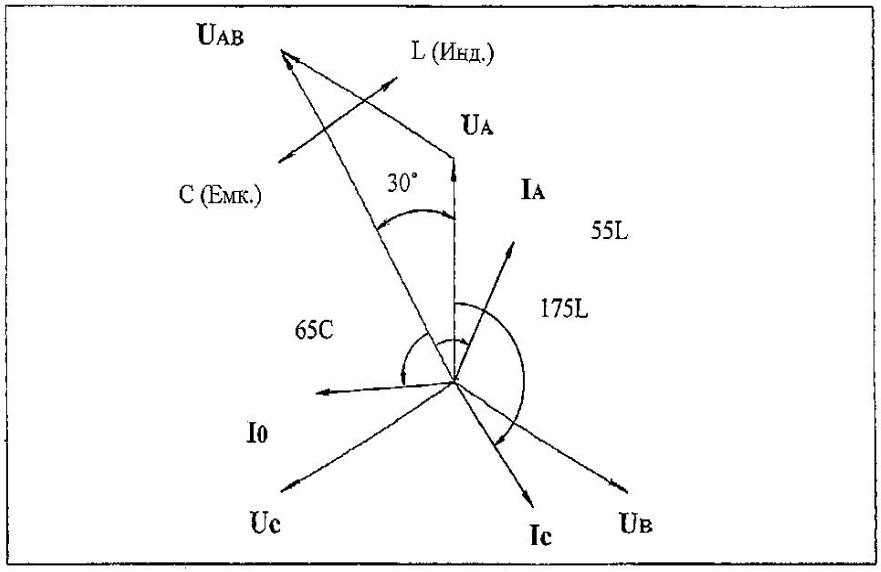
При отсутствии тока I_A, или напряжения U_A на первом измерительном элементе абсолютная погрешность измерений электроэнергии составит 50 Вт (- 33 %)

При отсутствии тока I_C или напряжения U_C на втором измерительном элементе погрешность измерений электроэнергии составит 100 Вт (- 66 %)

Примеры возможных ошибок в цепях подключения электросчетчиков

3.Неправильные соединения

Счетчик активной энергии установлен на присоединении с индуктивным характером нагрузки.
При снятии векторной диаграммы прибором ВАФ-85М1 получены данные для построения векторной диаграммы.



По векторной диаграмме видно, что вектор Ic занимает положение вектора I0.

Отсюда делаем вывод, что провод идущий от фазы «С» трансформатора тока, перепутан с нулевым проводом.

В данном случае недоучет электрической энергии составит около – 40%

Проверка правильности схем включения трехфазных счетчиков электрической энергии 6-10 кВ и выше

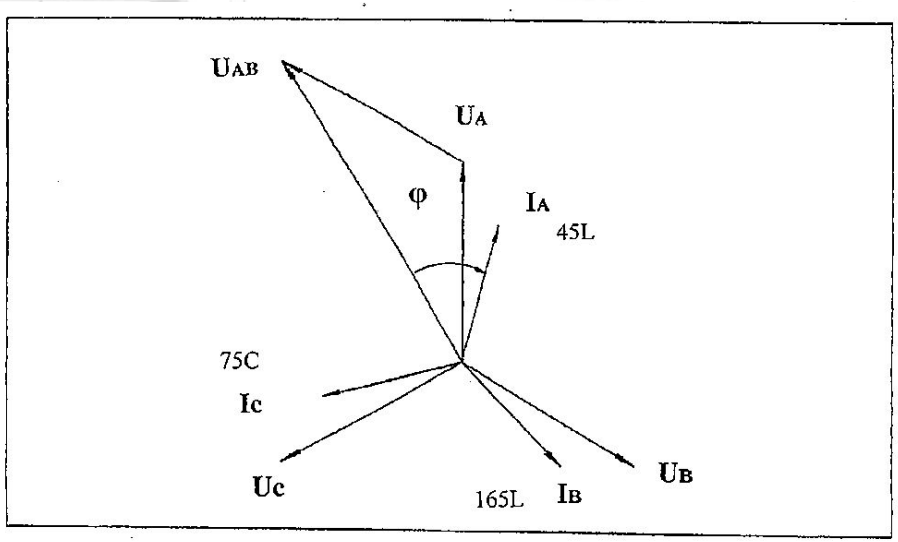
Сделать вывод о правильности включения счетчика можно, если векторная диаграмма, снятая на его зажимах, совпадет с ожидаемой.

Необходимыми и достаточными условиями для этого являются:

- **правильность выполнения вторичных цепей трансформатора напряжения и подключения к ним параллельных обмоток счетчика;**
- **правильность выполнения вторичных цепей трансформатора тока и подключения к ним последовательных обмоток счетчика.**

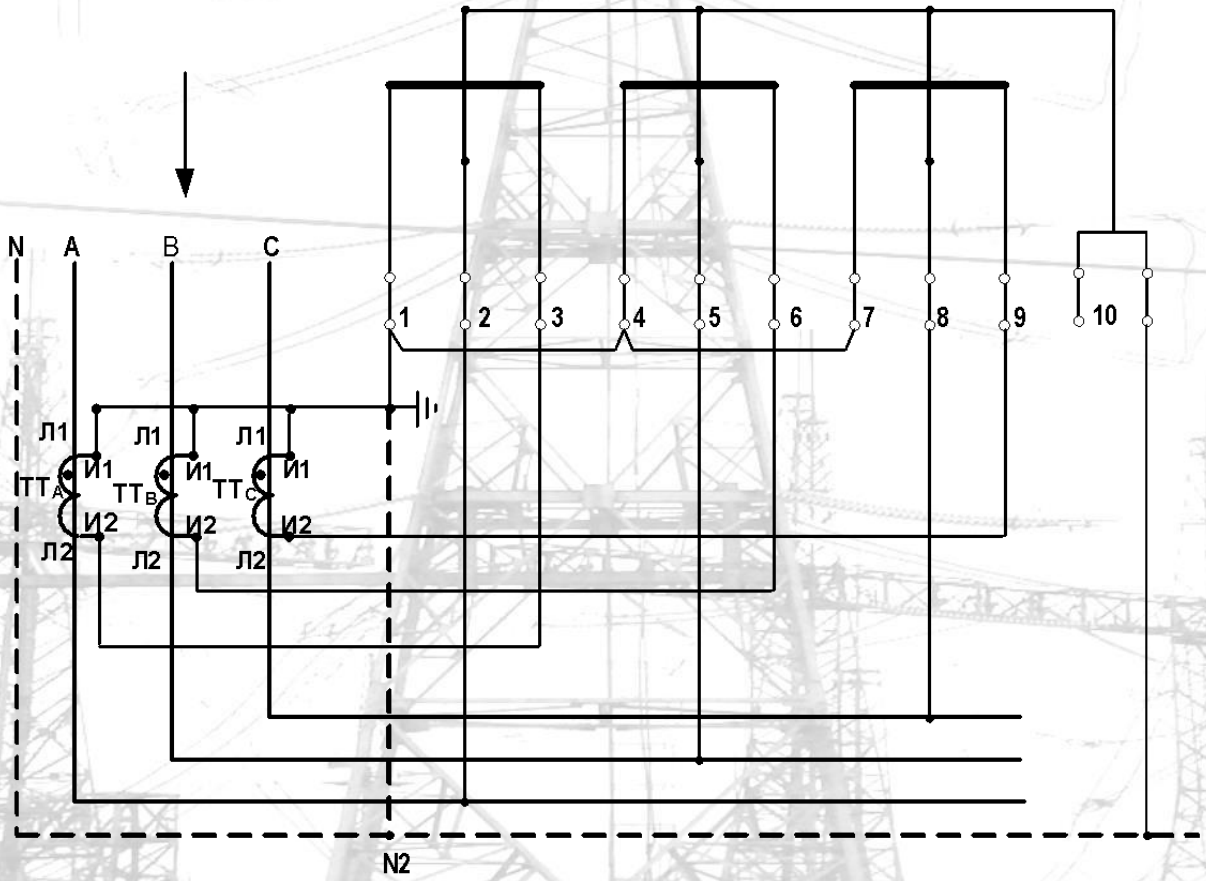
Проверка правильности включения счетчиков состоит из двух этапов:

1. **Проверка цепей напряжения**
2. **Проверка цепей тока (снятие векторной диаграммы)**



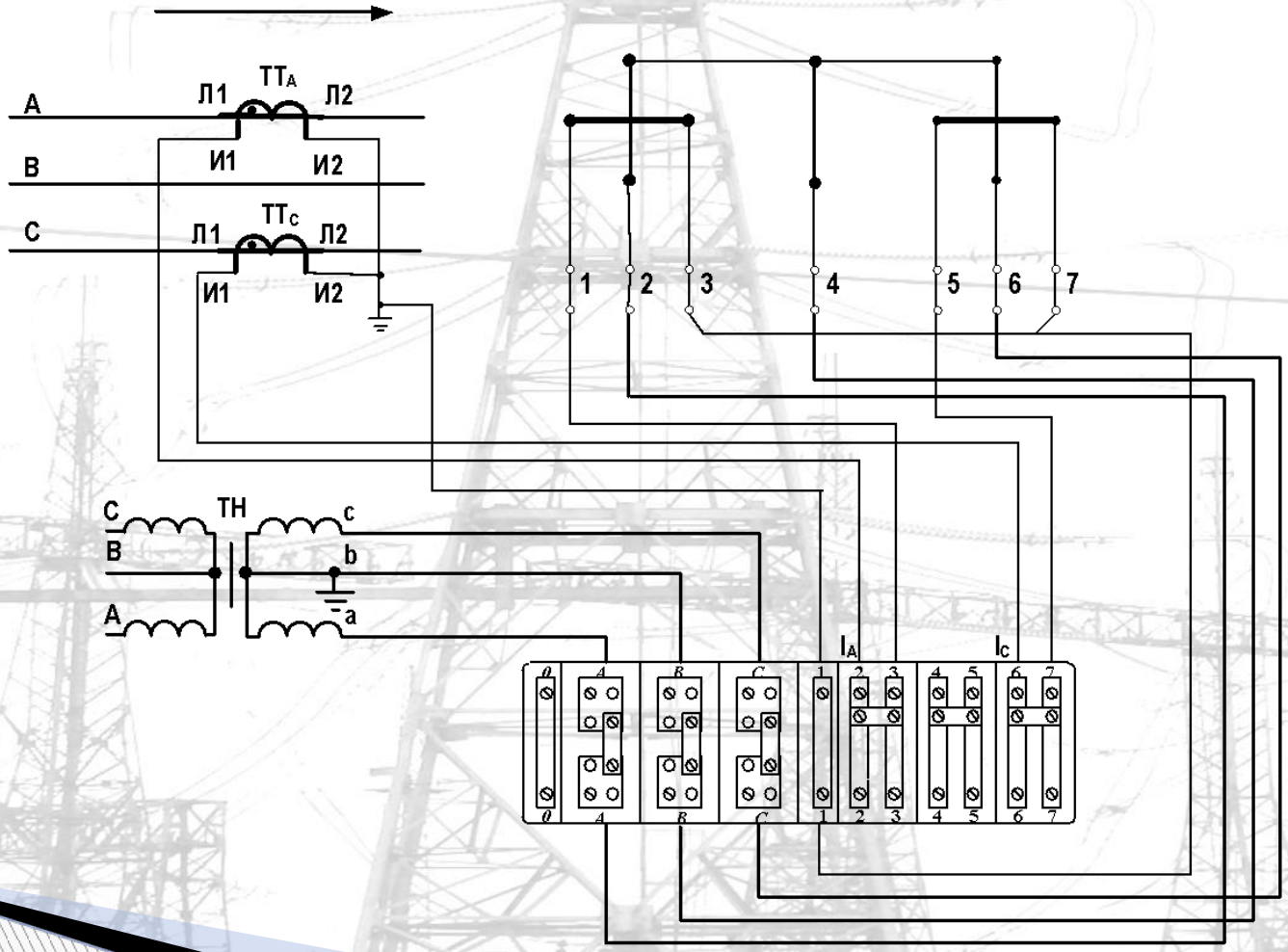
Схемы включения трехфазных электросчетчиков

1. Схема включения трехфазного счетчика электрической энергии в 4-х проводную сеть 0,4 кВ (прямое включение). 5(50)А; 10(100)А 220/380 В



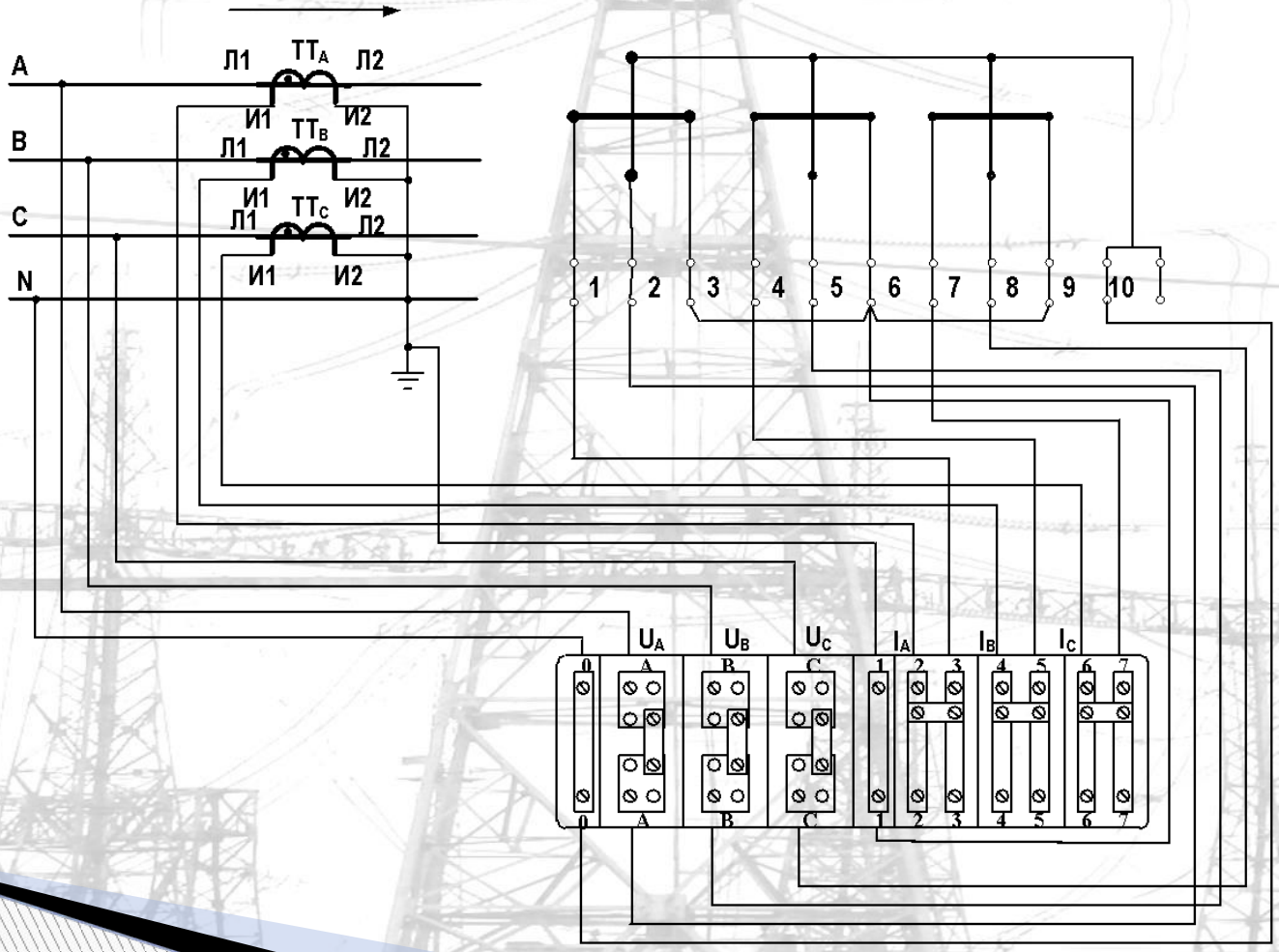
Схемы включения трехфазных электросчетчиков

2. Схема включения трехфазного счетчика электрической энергии в 3-х проводную сеть 6; 10 кВ и выше (трансформаторное включение). 5(7,5)А; 1(1,2)А



Схемы включения трехфазных электросчетчиков

3. Схема включения трехфазного счетчика электрической энергии в 4-х проводную сеть 6; 10 кВ и выше (трансформаторное включение). 5(7,5)А; 1(1,2)А



Проверка вторичных цепей трансформаторов тока

Для проверки вторичных цепей трансформаторов тока снимается векторная диаграмма токов:

- **определяются значения и положения векторов токов, проходящих через последовательные обмотки счетчика, относительно векторов напряжения.**
- **Полученное сопоставляется с ожидаемыми расположениями векторов вторичного тока, определяемыми характером первичной нагрузки, направлением и значением активной и реактивной мощностей.**

Рассмотрим диаграмму распределения активной и реактивной энергии по квадрантам.

Диаграмма изображена в соответствие ГОСТ Р 52425 – 2005 «Счетчики реактивной энергии».

Проверка вторичных цепей трансформаторов тока

Расположение векторов токов относительно одноименных фазных напряжений принято изображать в зависимости от направления мощности в первичной сети в соответствии со следующими правилами:

- за положительное направление активной и реактивной мощностей или тока принято направление их от шин станции или подстанции;

- положительное значение активной мощности (тока) принято при совпадении вектора тока с положительным направлением вектора одноименного фазного напряжения (ось (+) активная мощность Р);

При принятых положительных направлениях вектор тока, например, I_A, фазы А может располагаться относительно вектора напряжения U_A во всех четырех квадрантах в зависимости от направлений активной и реактивной мощностей в соответствии с таблицей.

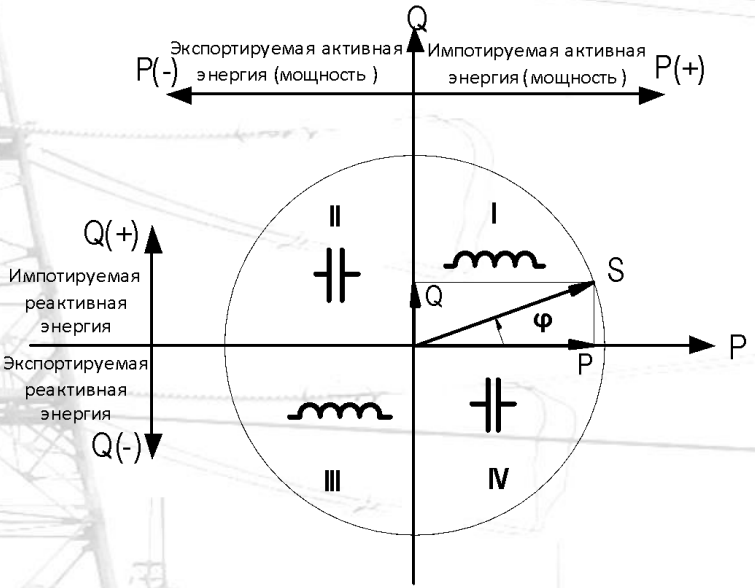
Это правило справедливо и для фаз В и С.

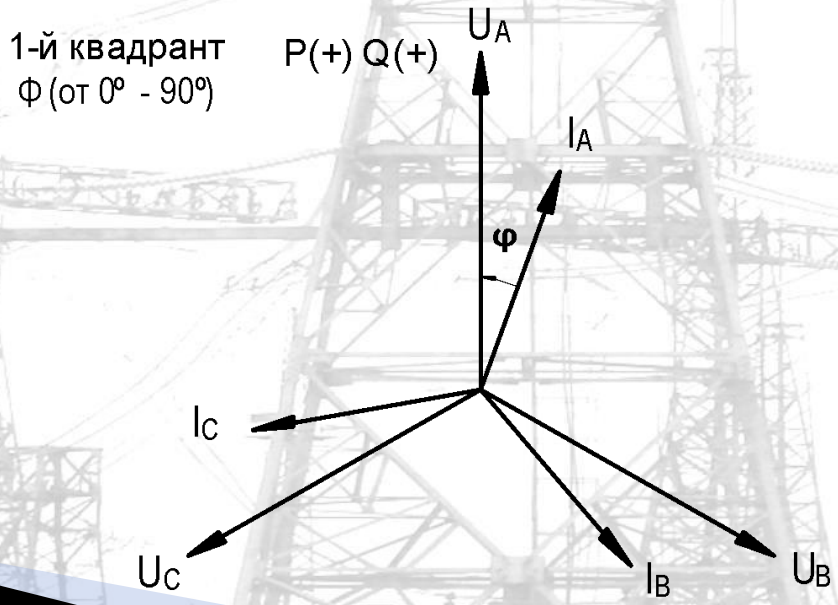
Направление мощности от шин (+) к шинам (-)	Квадрант, в котором расположен вектор тока Ia			
	1-й квадрант	2-й квадрант	3-й квадрант	4-й квадрант
Активной	+	-	-	+
Реактивной	+	+	-	-

Проверка вторичных цепей трансформаторов тока

1. Первый квадрант, угол φ изменяется от 0˚ до 90˚, индуктивный характер нагрузки, активная мощность – положительная, реактивная мощность – положительная.

Векторная диаграмма характерна для бытовых, мелкомоторных и ряда промышленных потребителей электроэнергии.

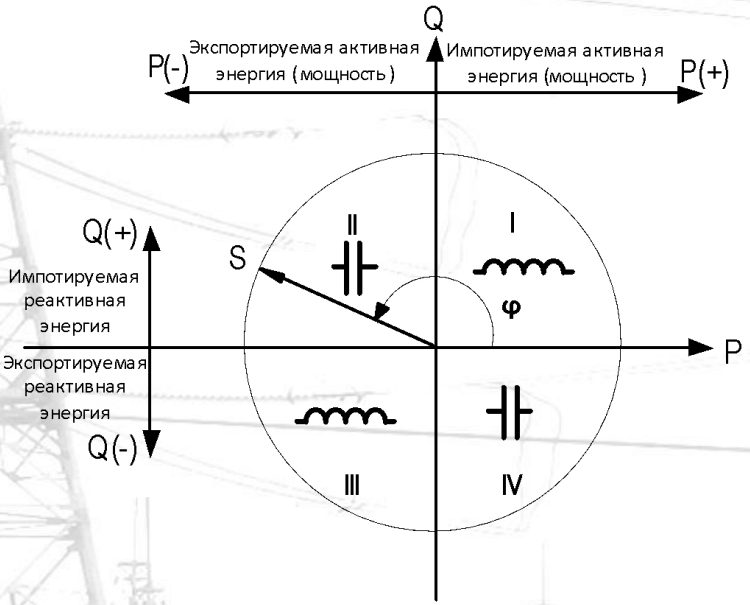


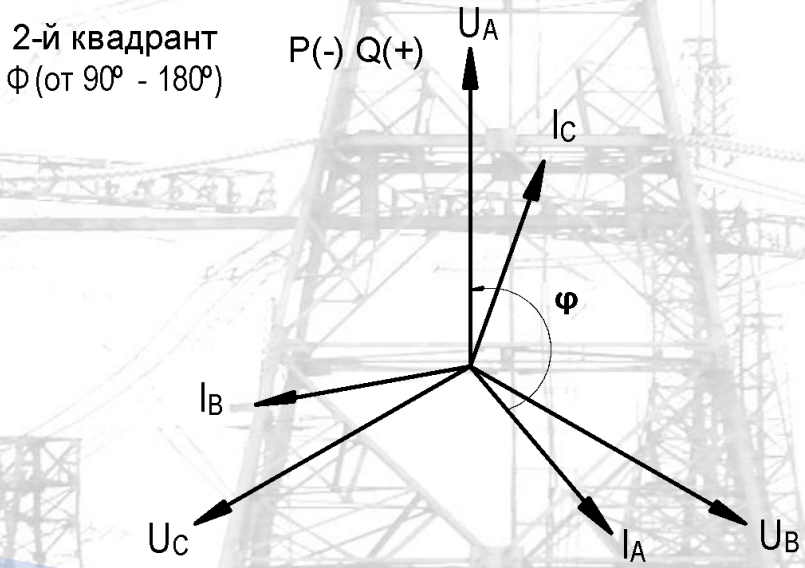


Проверка вторичных цепей трансформаторов тока

2. Второй квадрант, угол φ изменяется от 90˚ до 180˚, емкостной характер нагрузки, активная мощность – отрицательная, реактивная мощность – положительная.

Векторная диаграмма характерна для учета на линиях связи ВЛ 35/110/220 кВ, а также для нефтегазодобывающего комплекса.

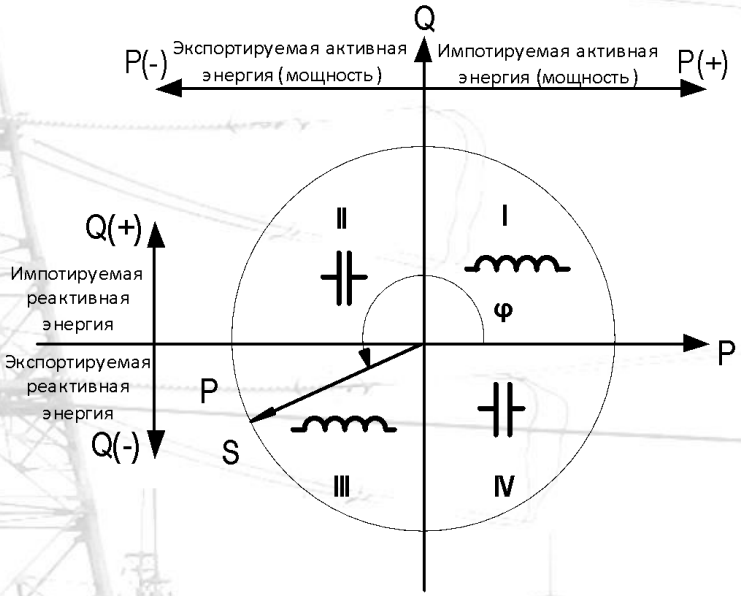


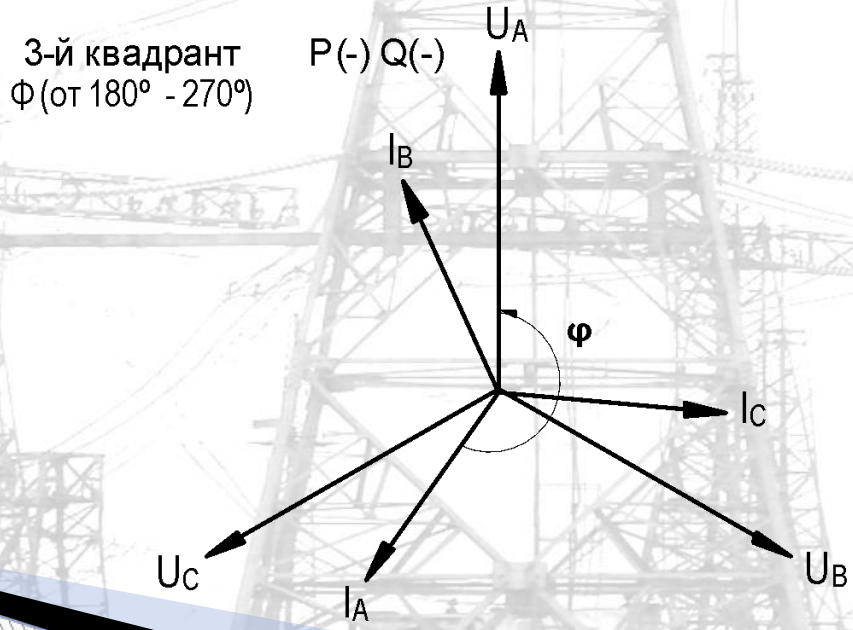


Проверка вторичных цепей трансформаторов тока

3. Третий квадрант, угол φ изменяется от 180˚ до 270˚, индуктивный характер нагрузки, активная мощность – отрицательная, реактивная мощность – отрицательная.

Векторная диаграмма характерна для учета на линиях связи ВЛ 35/110/220 кВ, а также для учета на границах сетевых компаний.

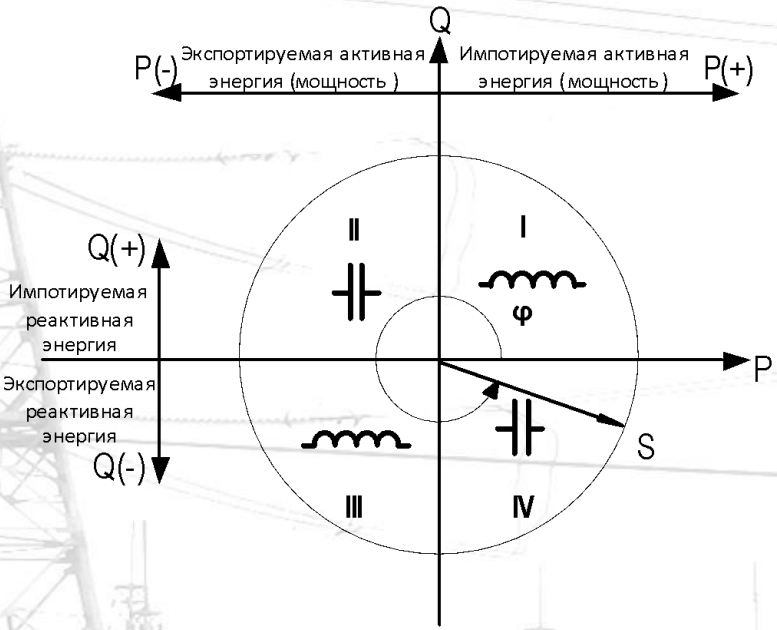




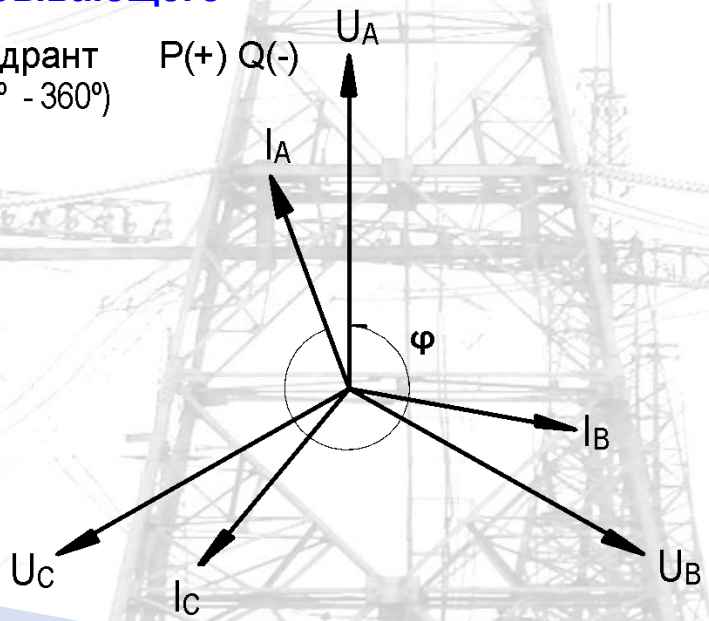
Проверка вторичных цепей трансформаторов тока

4. Четвертый квадрант, угол φ изменяется от 270˚ до 360˚, емкостной характер нагрузки, активная мощность – положительная, реактивная мощность – отрицательная.

Векторная диаграмма характерна для учета на линиях связи ВЛ 35/110/220 кВ, а также для нефтегазодобывающего комплекса.



4-й квадрант P(+) Q(-)
Ф (от 270º - 360º)



Примерный характер нагрузок по группам потребителей

Характер нагрузки, зависящий от присоединенного потребителя, данные о наличии синхронных компенсаторов, конденсаторных батарей приведены в таблице:

Группа потребителей	Режим больших нагрузок	Режим малых нагрузок	Компенсирующее устройство	
			Статические конденсаторы	Синхронные машины
Бытовой потребитель	Индуктивный	Индуктивный	---	---
Промышленный потребитель	Индуктивный	Индуктивный	Есть	---
Сельскохозяйственный потребитель	Индуктивный	Индуктивный	---	---
Нефтегазодобывающий комплекс	Индуктивный	Емкостный	Есть	Есть
Линии связи 220/110/35 кВ	Индуктивный	Емкостный	---	---

Для снятия векторных диаграмм удобно использовать вольтамперфазометры ВАФ-85 М1, ВАФ ПАРМА А и другие, образцовые счетчики, типа СЕ602 – 100К, ЦЭ6815, позволяющие измерять параметры сети.

Построение векторной диаграммы относительно вектора U_{AB}

Электросчетчик включен в 3-х фазную 3-х проводную сеть. Снимаем векторную диаграмму (ВАФ-85М1):

1. Проверяем прямой порядок чередования напряжений.

2. Измеряем все фазные, все линейные напряжения.

3. Измеряем значения всех токов, включая и ток I_0.

4. Последовательно измеряем углы между опорным напряжением U_{AB} и каждым током: I_A; I_0; I_C.

5. Полученные данные:

- чередование напряжений прямое, в последовательности A; B; C

- все линейные напряжения равны: $U_{AB}= U_{CB}= U_{CA}=100В$

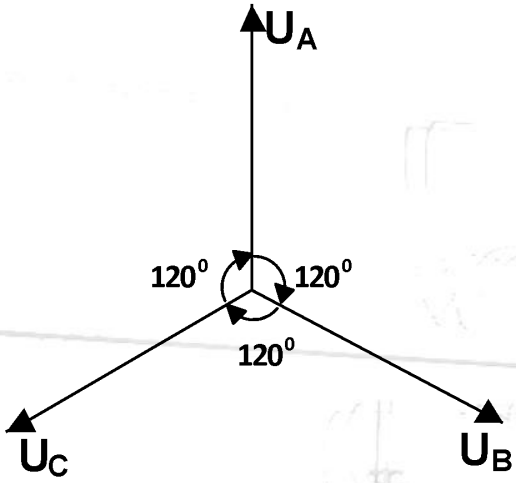
- все токи равны : $I_A=I_0=I_C=1,2А$

- углы между опорным напряжением U_{AB} и каждым током I_A; I_0; I_C соответственно равны 45L; 165L; 75C.

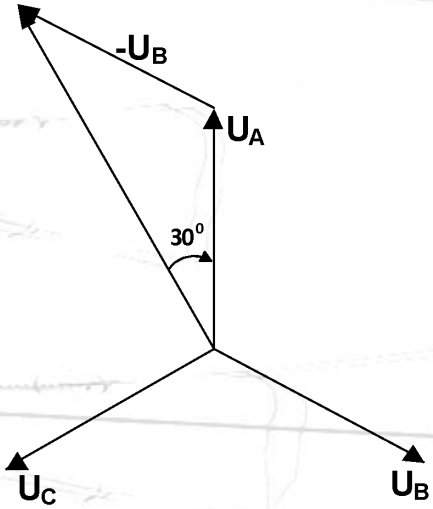
Приступаем к построению векторной диаграммы:

Построение векторной диаграммы относительно вектора U_{AB}

1. Откладываем вектора фазных напряжений

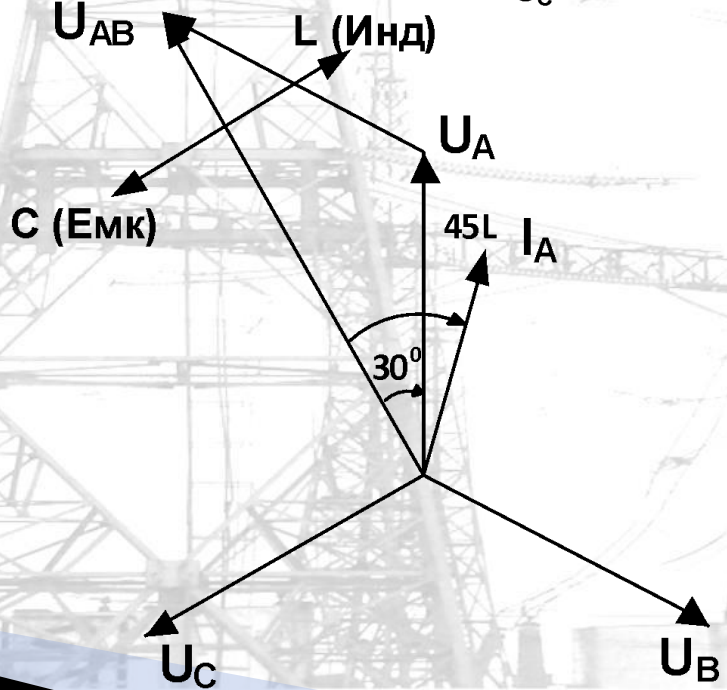


2. Откладываем вектор - UB строим вектор линейного напряжения UAB



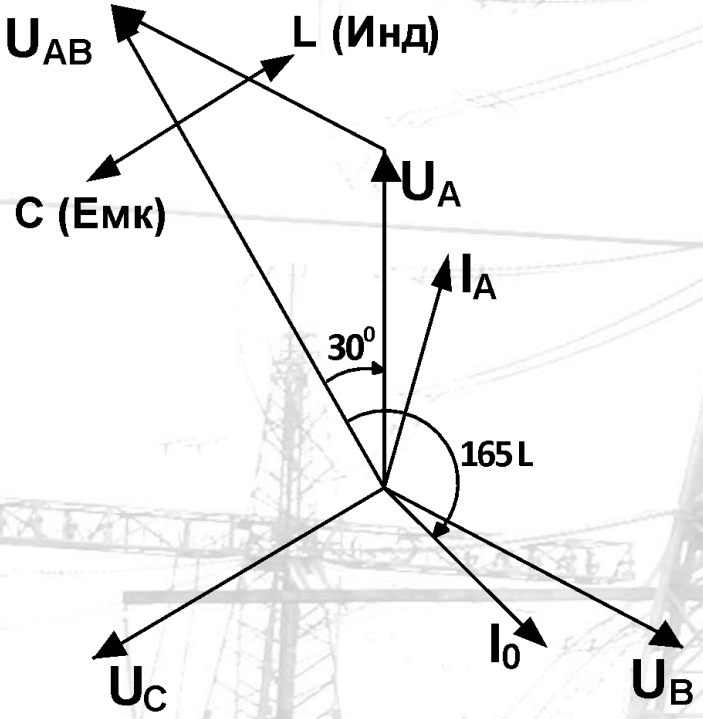
3.По часовой стрелке от вектора U_{AB} откладываем вектора с индуктивностью, против с емкостью.

Строим вектор I_A (45L)

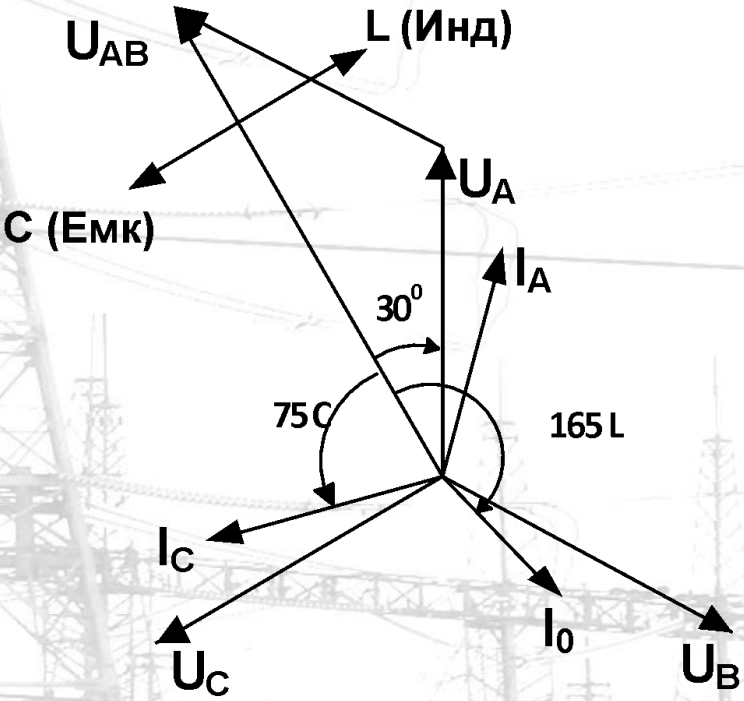


Построение векторной диаграммы относительно вектора U_{AB}

4. По часовой стрелке от вектора U_{AB} откладываем вектор I0 (165L)



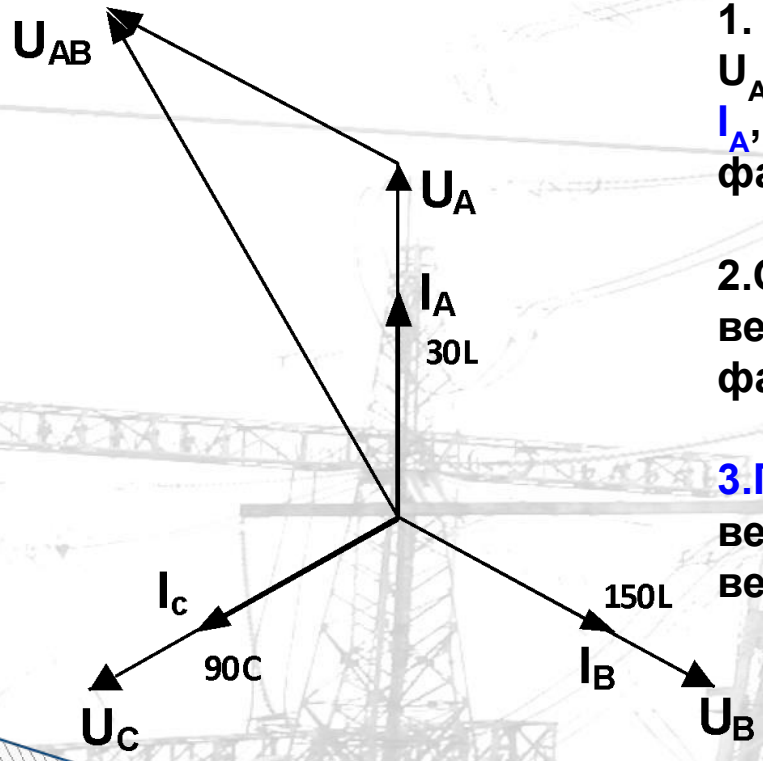
5. Против часовой стрелки от вектора U_{AB} откладываем вектор Ic (75C)



Пример

При снятии векторной диаграммы прибором ВАФ-85 М1 получены следующие данные (чередование фазных напряжений прямое, в последовательности АВС (ЖЗК)):

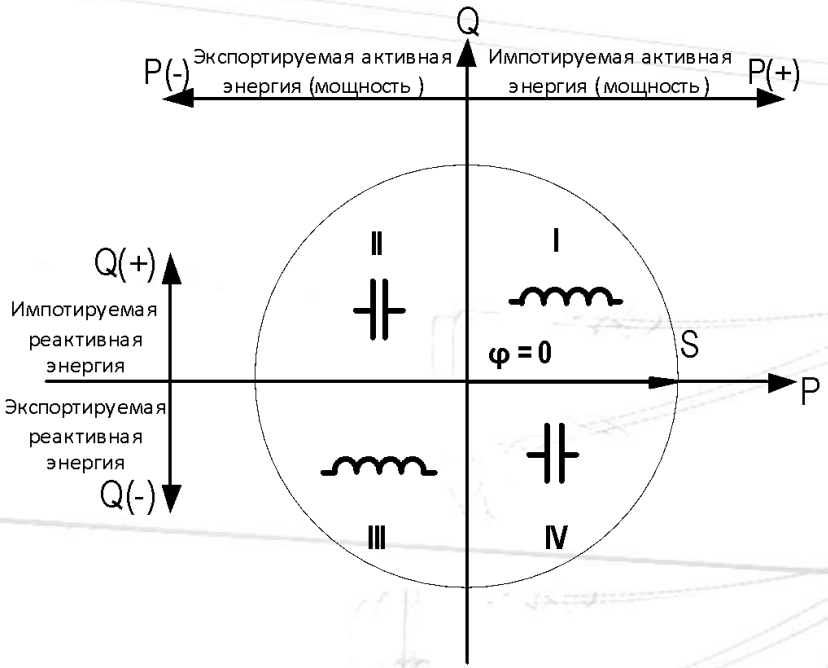
Параметр	I_A	I_0	I_C
Ток, А	1,5	1,5	1,5
U_{AB}^I*	30 Инд. (L)	150 Инд. (L)	90 Емк. (C)



1. Откладываем от вектора линейного напряжения U_{AB} **по часовой стрелке угол 30°**, строим вектор тока I_A, который совпадает с одноименным вектором фазного напряжения

2.Откладываем **по часовой стрелке 150L,** строим вектор тока I_B, который также совпадает с вектором фазного напряжения

3.Против часовой стрелки откладываем 90С, строим вектор тока I_C, совпадающий с одноименным вектором фазного напряжения.



В соответствии с диаграммой векторы токов и напряжений одноименных фаз совпадают, угол φ = 0˚

Это свидетельствует о том, что потребитель потребляет только активную мощность и энергию, реактивная энергия в данном случае равна нулю.

Электросчетчик учитывает электрическую энергию и мощность в первом квадранте A(+); R(+), индуктивный характер нагрузки, коэффициент мощности равен 1.

На основании анализа полученных данных делается вывод о правильности схемы включения электросчетчика и предварительный вывод о достоверности измерения электроэнергии.

Схема включения электросчетчика правильная.

Вольтамперфазометр ВАФ-85М1

Предназначен для измерения:

- **среднеквадратического значения силы и напряжения переменного тока синусоидальной формы;**
- **угла сдвига фаз между напряжением и напряжением;**
- **угла сдвига фаз между током и напряжением, номинальными значениями 110В; 220В; 380В;**
- **а также для определения последовательности чередования фаз в трехфазных системах**

Рекомендуется следующий порядок снятия и построения векторных диаграмм вольтамперфазометром ВАФ-85М1:

1. К контактным гнездам фаз «А», «В», «С» подводится соответственно напряжение трехфазного тока 110, 220, 380 В. Переключатель диапазонов измерений установливается в положение («125», «250», «500» В) соответствующее величине подведенного к гнездам «А», «В», «С» трехфазного напряжения.
2. Для проверки чередования фаз нажать кнопку верньера. При этом вращение оси фазовращателя с лимбом по часовой стрелке указывает на чередование фаз в последовательности АВС (ВСА, САВ). (Изменение порядка следования любых двух фаз (АСВ, ВАС и СВА) вызывает процесс обратного чередования фаз, при котором электрические двигатели будут вращаться в противоположную сторону). Прямое чередование фазных напряжений обязательно.
3. К контактным гнездам «*» и «А» присоединяют электроизмерительные клещи, в соответствии с маркировкой (стержень соединительной вилки, имеющей обозначение «*», должен входить в контактное гнездо, обозначенное «*» на приборе).
4. Переключатель V,A/mA установить в положение V,A. Переключатель «Величина»/«Фаза» установить в положение «Величина». Переключатель диапазонов измерений установить в положение 5А (10А) или 1А (в зависимости от величины ожидаемого измеряемого тока).
5. Электроизмерительными клещами охватить провод подключенный к началу токовой обмотки электросчетчика в «фазе А» («фазе В», «фазе С»), таким образом, чтобы контактные поверхности магнитопровода были надежно сомкнуты. Сторона клещей, отмеченная «*», должна быть обращена в сторону трансформаторов тока. Измерить величину тока в «фазе А», «фазе В», «фазе С».

6. Переключатель «Величина»/«Фаза» установить в положение «Фаза». Вращением лимба стрелка прибора подводится к нулю. При этом направление поворота стрелки должно быть одинаковым с направлением вращения лимба. Целесообразнее вращать лимб против часовой стрелки, фиксируя при этом подход к нулю стрелки справа со стороны шкалы. Установив стрелку на нуль, отсчитывают угол по делению лимба, совмещенному с риской. Аналогичным образом измеряют угол других фаз, а также нулевого провода.

7. После снятия векторной диаграммы приступают к ее построению и анализу. Сначала строят векторы фазных напряжений UA, UB, UC и вектор UAB, опережающий на 30° UA, и принятый за начало отсчета; (UAB = UA – UB).

8.Откладывая относительно UAB измеренные прибором углы, строят векторы тока. Угол со знаком «Инд.» (индуктивность) откладывается по часовой стрелке, а со знаком «Емк.» (емкость) против часовой стрелки. Наконец, определяем углы между одноименными векторами токов и фазных напряжений (определяем угол от вектора тока против часовой стрелке до одноименного вектора фазного напряжения) и определяем квадрант и характер нагрузки.

9.Проверяем по векторной диаграмме, что векторы токов и напряжений одноименных фаз сдвинуты один относительно другого на один и тот же угол. Это свидетельствует о том, что чередование фаз напряжения и тока совпадает.

10.При анализе векторных диаграмм необходимо помнить, что каждому току должно соответствовать свое напряжение, в противном случае показания электросчетчика могут искажаться.

Вольтамперфазометр ВАФ ПАРМА А

Предназначен для измерения:

- **постоянного напряжения, действующего значения напряжения и силы переменного тока синусоидальной формы с одновременным вычислением активной и реактивной мощностей в цепи;**
- **измерения частоты;**
- **угла сдвига фаз между напряжением и напряжением;**
- **угла сдвига фаз между током и током (если прибор укомплектован двумя токоизмерительными клещами);**
- **угла сдвига фаз между током и напряжением, а также для определения последовательности чередования фаз в трехфазных системах.**

Порядок работы с прибором ВАФ ПАРМА А

Прибор не имеет переключателей режимов работы и диапазонов измерений.

Все переключения производятся автоматически на основании оценки поступающих сигналов.

1. Определение последовательности чередования фаз:

Прибор автоматически переключается в данный режим при поступлении сигнала на клемму «В». Правильное определение последовательности чередования фаз возможно только при условии, что все три фазы подключены в соответствии с маркировкой на приборе.

Результат определения чередования фаз выводится в текстовом виде.

2. Для измерения угла сдвига фаз между напряжением и током подайте на клеммы обозначенные Uопорн напряжение, подключите токоизмерительные клещи с маркировкой Iизмер к разъему, обозначенному Iизмер С момента появления сигнала на клеммах Uопорн прибор автоматически перейдет в нужный режим.

В нижней строке дисплея будет выведено значение сдвига фаз между напряжением Uопорн и током Iизмер Если напряжение в канале Uизмер также присутствует, то прибор покажет оба сдвига фаз.

Считайте показания с дисплея в верхней строке.

Пример.

Счетчик активной энергии включен в 3-фазную 4-проводную сеть, с индуктивным характером нагрузки. Промышленное предприятие.

Примечание:

На время проверки схемы включения электросчетчика установку компенсации реактивной мощности отключают.

Приведем данные, для построения векторной диаграммы, снятые с электросчетчика вольтамперфазометром ВАФ ПАРМА А, относительно опорного (Uопорн) линейного напряжения U_{AB}.

На первом этапе снятия векторной диаграммы необходимо проверить напряжения, т.е. измерить значения фазных и линейных напряжений (наличие всех напряжений и целостность цепей напряжения), определить зажимы, к которым подведены напряжения фаз А, В и С, и определить чередование фаз.

При снятии векторной диаграммы прибором ВАФ ПАРМА А получены следующие данные (чередование фазных напряжений прямое, в последовательности АВС):

Параметр	I_A	I_B	I_C
Ток, А	0,89	0,88	1,00
U_{AB}^I*	50 Инд. (L)	170 Инд. (L)	70 Емк. (C)

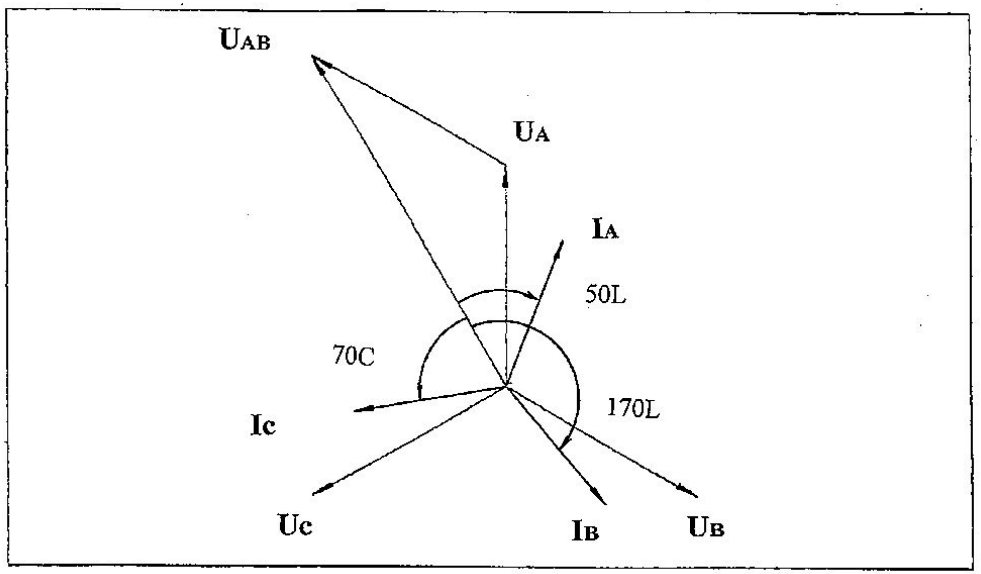
Наносят векторы фазных напряжений под углом 120 градусов друг к другу. Строим вектор UAB, принимая его за начало отсчета.

Откладываем от вектора линейного напряжения UAB по часовой стрелке угол 50˚Инд, строим вектор тока IA, откладываем по часовой стрелке 170˚ Инд, строим вектор тока IB далее против часовой стрелки откладываем 70˚Емк, строим вектор тока IC.

В соответствии с диаграммой векторы токов и напряжений одноименных фаз сдвинуты один относительно другого на один и тот же угол, примерно, φ = 20˚ например UA ^ IA = 20˚. Это свидетельствует о том, что чередование фаз напряжения и тока совпадает.

Для того, чтобы сделать заключение в каком квадранте находится вектор полной мощности, по построенной векторной диаграмме, определяем угол от вектора тока, например IA, против часовой стрелке до одноименного вектора фазного напряжения, UA. Угол φ = 20˚. Аналогично определяем угол для других токов и напряжений. Вектор полной мощности находится в четвертом квадранте.

Электросчетчик учитывает электрическую энергию и мощность в первом квадранте A (+); R(+).



Прибор энергетика многофункциональный портативный ЭНЕРГОМЕРА СЕ602-100К.

предназначен:

- **для снятия векторной диаграммы трехфазных электросчетчиков, в том числе и электросчетчиков прямого включения (до 100А). Проверки правильности подключения трехфазных электросчетчиков.**
- **для измерения основных электроэнергетических величин в контролируемой однофазной и трехфазной сети. Проведение измерений с помощью токовых клещей без разрыва электрической цепи (в зависимости от вариантов исполнения)**
- **для определения погрешностей индукционных и электронных электросчетчиков на местах их эксплуатации при реально существующей во время измерений нагрузке.**

Измерение параметров сети для трехфазной, четырехпроводной схемы подключения (3Ф4П)

Переход к режиму производится из меню измерения по кнопке < 1 >.
P, Q, S - активная, реактивная и полная мощности суммарные по трем фазам.
U, I - напряжение и ток по фазам A, B, C.
U, ° - угол между сигналами напряжения по отношению к первой фазе, в градусах.
U ^ I, ° - угол между сигналами напряжения и тока по фазам A, B, C в градусах..

Пример

Счетчик активной энергии включен в 3-фазную 4-проводную сеть, с индуктивным характером нагрузки.

Примечание: На время проверки схемы включения электросчетчика установку компенсации реактивной мощности отключают.

На первом этапе снятия векторной диаграммы необходимо проверить напряжения, т.е. измерить значения фазных и линейных напряжений (наличие всех напряжений и целостность цепей напряжения), определить зажимы, к которым подведены напряжения фаз А, В и С, измерить значения фазных токов, определить чередование фаз.

При снятии векторной диаграммы прибором СЕ602-100К получены следующие данные (чередование фазных напряжений прямое, в последовательности АВС):

Параметры сети, измеренные прибором энергетика многофункциональным портативным СЕ602–100К, для построения векторной диаграммы, для удобства сведем в таблицу:

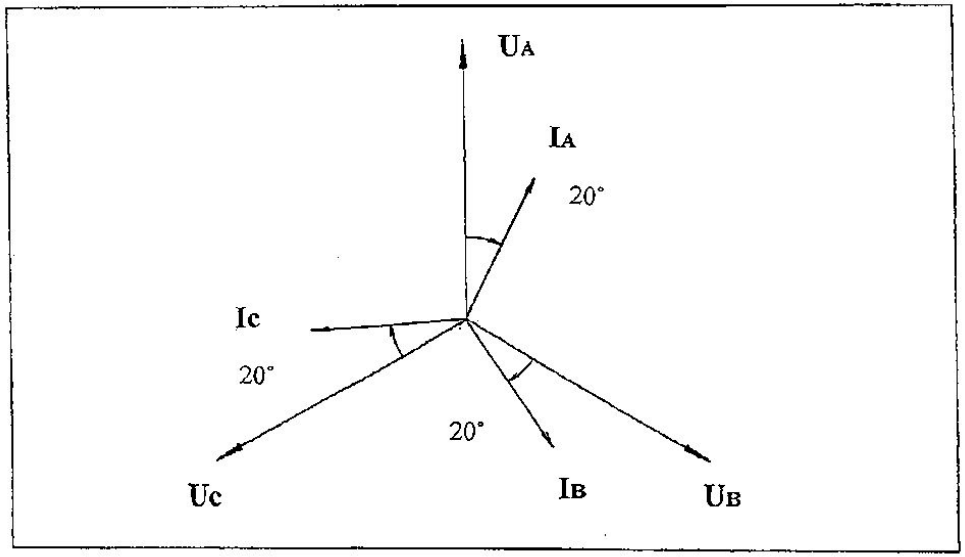
Векторы фазных напряжений, в произвольном масштабе, наносят на бумагу под углом 120 градусов друг к другу. В данном случае, для того чтобы построить вектора токов, за начало отсчета принимаем соответствующие фазные напряжения (UA – IA; UB – IB; UC – IC). Откладываем от вектора фазного напряжения UA по часовой стрелке угол 20˚, строим вектор тока IA, от вектора фазного напряжения UB откладываем по часовой стрелке 20˚, строим вектор тока IB, далее от вектора фазного напряжения UC откладываем по часовой стрелке 20˚, строим вектор тока IC.

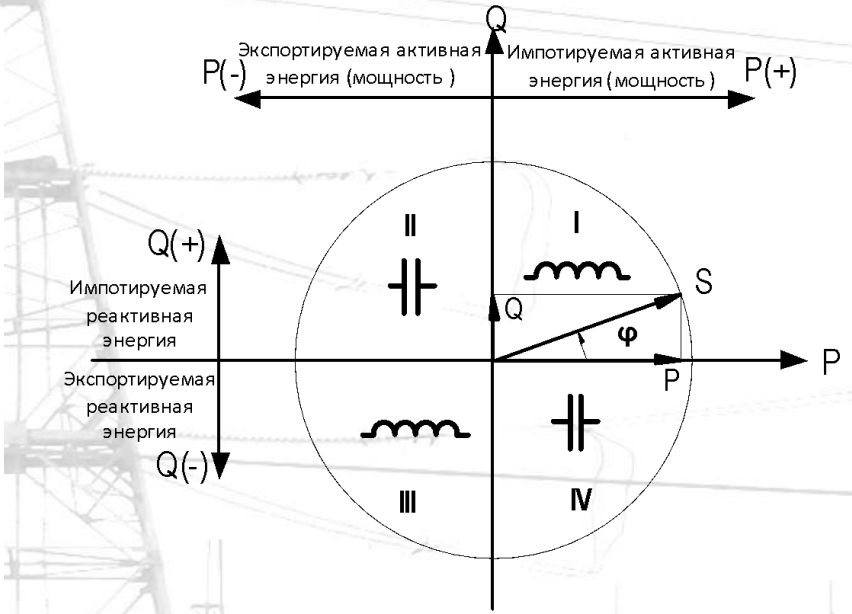
В соответствии с диаграммой векторы токов и напряжений одноименных фаз сдвинуты один относительно другого на один и тот же угол, φ = 20˚ например UA ^ IA = 20˚ (вектора токов отстают от одноименных векторов напряжений). Это свидетельствует о том, что чередование фаз напряжения и тока совпадает.

Для того, чтобы сделать заключение в каком квадранте находится вектор полной мощности, по построенной векторной диаграмме, определяем угол от вектора тока, например IA, против часовой стрелке до одноименного вектора фазного напряжения, UA. Угол φ = 20˚. Аналогично определяем угол для других токов и напряжений.

Вектор полной мощности находится в первом квадранте. Электросчетчик учитывает электрическую энергию и мощность в первом квадранте A(+); R(+), индуктивный характер нагрузки.

Параметр	Фаза 1 (желтый)	Фаза 2 (зеленый)	Фаза 3 (красный)
P, Вт	30,19	27,03	26,81
Q, Вар	3,26	2,15	2,01
Ток, А	0,89	0,88	1,00
Угол, град	U1^U1=0˚	U1^U2=120˚	U1^U3=240˚
Угол, град	U1^I1=20˚	U2^I2=20˚	U3^I3=20˚





На основании анализа полученных данных можно сделать вывод о правильности схемы включения электросчетчика и предварительный вывод о достоверности измерения электроэнергии.

Схема включения электросчетчика правильная.

Снятие и анализ векторных диаграмм с использованием вспомогательных функций и сервисного программного обеспечения многофункциональных электросчетчиков типа СЭТ-4ТМ.

Счетчики СЭТ-4ТМ.03

предназначены для многотарифного коммерческого или технического учета активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направления и четырехквадрантной реактивной энергии в трех- и четырехпроводных сетях переменного тока.

Счетчики СЭТ-4ТМ.03

- могут применяться на предприятиях промышленности и в энергосистемах, осуществлять учет потоков мощности в энергосистемах и межсистемных перетоков.

- имеют несколько модификаций, отличающихся классом точности, номинальным напряжением, числом интерфейсов и наличием резервного блока питания.

- могут эксплуатироваться автономно или в составе автоматизированных систем: контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ); диспетчерского управления (АСДУ).

Ручной режим управления

Позволяет считать параметры сети и величины для построения векторной диаграммы, в режиме вспомогательных параметров вручную.

В ручном режиме управления информация считывается визуально. Переход в режим индикации вспомогательных параметров производится из режима индикации текущих измерений или из режима индикации основных параметров длинным нажатием кнопки «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ».

Во всех вспомогательных режимах индикации, кроме времени, даты и температуры, производится индикация квадранта, в котором в текущий момент времени находится вектор полной мощности, двумя курсорами в соответствии с: ■- A(+), R(+) 1-й квадрант; ■- A(-), R(+) 2-й квадрант; ■- A(-), R(-) 3-й квадрант; ■- A(+), R(-) 4-й квадрант.

Перебор (по кольцу) вспомогательных режимов индикации производится коротким нажатием кнопки «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ» в следующей последовательности:

- **индикация мгновенных значений активной, реактивной или полной мощности с размерностью «Вт» («кВт», «МВт», «ГВт»), «ВАр» («кВАр», «МВАр», «ГВАр»), «ВА» («кВА», «МВА», «ГВА»);**
- **индикация мгновенных значений фазных, межфазных напряжений и напряжения прямой последовательности с размерностью «В», «кВ»;**
- **индикация мгновенных значений токов, с размерностью «А», «кА»;**
- **индикация коэффициента мощности с размерностью «cos φ».**

РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ	ВИД ЭНЕРГИИ	НОМЕР ТАРИФА
Короткое нажатие – переход в режим индикации основных параметров	**Короткое нажатие** - выбор вида индицируемой текущей энергии по текущему тарифу	**Короткое нажатие** - не используется
Длинное нажатие – переход в режим индикации вспомогательных параметров	**Длинное нажатие** - не используется	**Длинное нажатие** – переход в режим индикации текущей активной энергии

Пример

Электросчетчик типа СЭТ-4ТМ.03 подключен к 3-ф 3-проводной сети с помощью 3-х трансформаторов напряжения и 2-х трансформаторов тока.

Первоначально проверяем чередование фазных напряжений, по ЖКИ индикатору электросчетчика. Чередование фазных напряжений должно быть прямое, на ЖКИ индикаторе индицируются фазные напряжения (1; 2; 3), отсутствует мигание какой либо одной фазы.

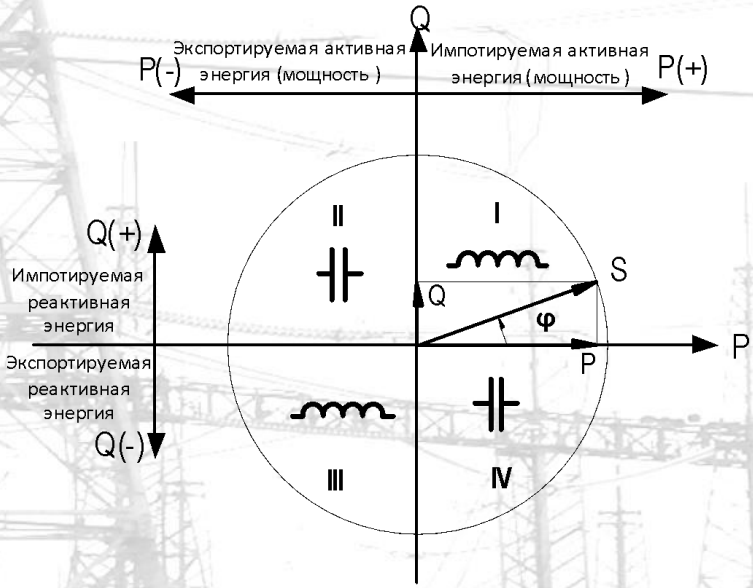
Для снятия и построения векторной диаграммы со счетчика в «ручном режиме управления», переходим в режим индикации вспомогательных параметров. Переход производится из режима индикации текущих измерений или из режима индикации основных параметров длинным нажатием кнопки «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ».

Во всех вспомогательных режимах индикации, кроме времени, даты и температуры, производится индикация квадранта, в котором в текущий момент времени находится вектор полной мощности, двумя курсорами в соответствии с: A(+), R(+) 1-й квадрант; A(-), R(+) 2-й квадрант; A(-), R(-) 3-й квадрант; A(+), R(-) 4-й квадрант.

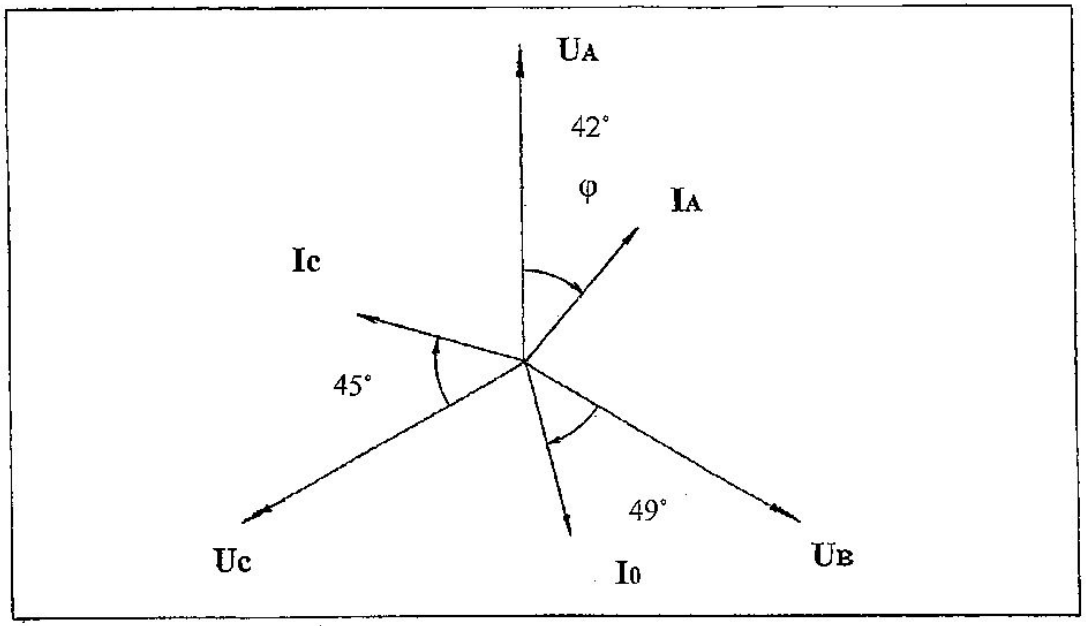
Для построения векторной диаграммы снимаем и фиксируем в «ручном режиме управления» следующие параметры сети:

Параметр	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3
P, Вт	30,19	27,03	26,81
Q, вар	28,03	31,26	27,21
Cos	0,73	0,65	0,70
Угол, град.	42,88	49,16	45,43
I, мА	775,00	782,70	747,20
Uф, В	53,19	52,82	51,16
Uмф, В	101,79	101,43	101,55

Обращаем внимание на индикацию квадранта, в котором в текущий момент времени находится вектор полной мощности (два курсора на ЖКИ индикаторе: A(+), R(+), величины P, Вт и Q, вар, положительны).
В данном случае вектор полной мощности находится в первом квадранте, индуктивный характер нагрузки



В соответствии с полученными данными строим векторную диаграмму, откладывая, вправо, по часовой стрелке, соответствующий угол, в градусах, от вектора фазного напряжения (угол φ1=42,88 (I_A) откладывается от вектора фазного напряжения U_A; угол φ2=49,16 (I_0) откладывается от вектора фазного напряжения U_B; угол φ3=45,43 (I_C) откладывается от вектора фазного напряжения U_C. На основании анализа полученных данных можно сделать вывод о правильности схемы включения электросчетчика и предварительный вывод о достоверности измерения электроэнергии. Схема включения электросчетчика правильная.

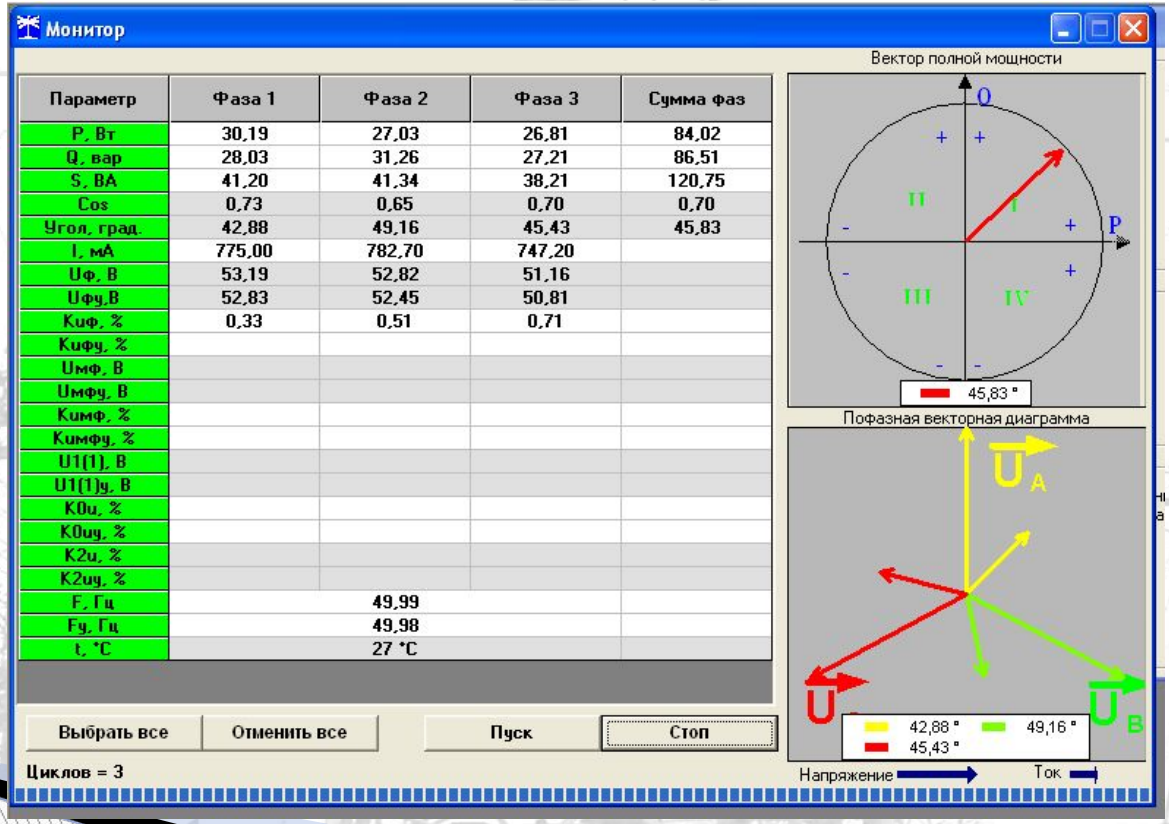


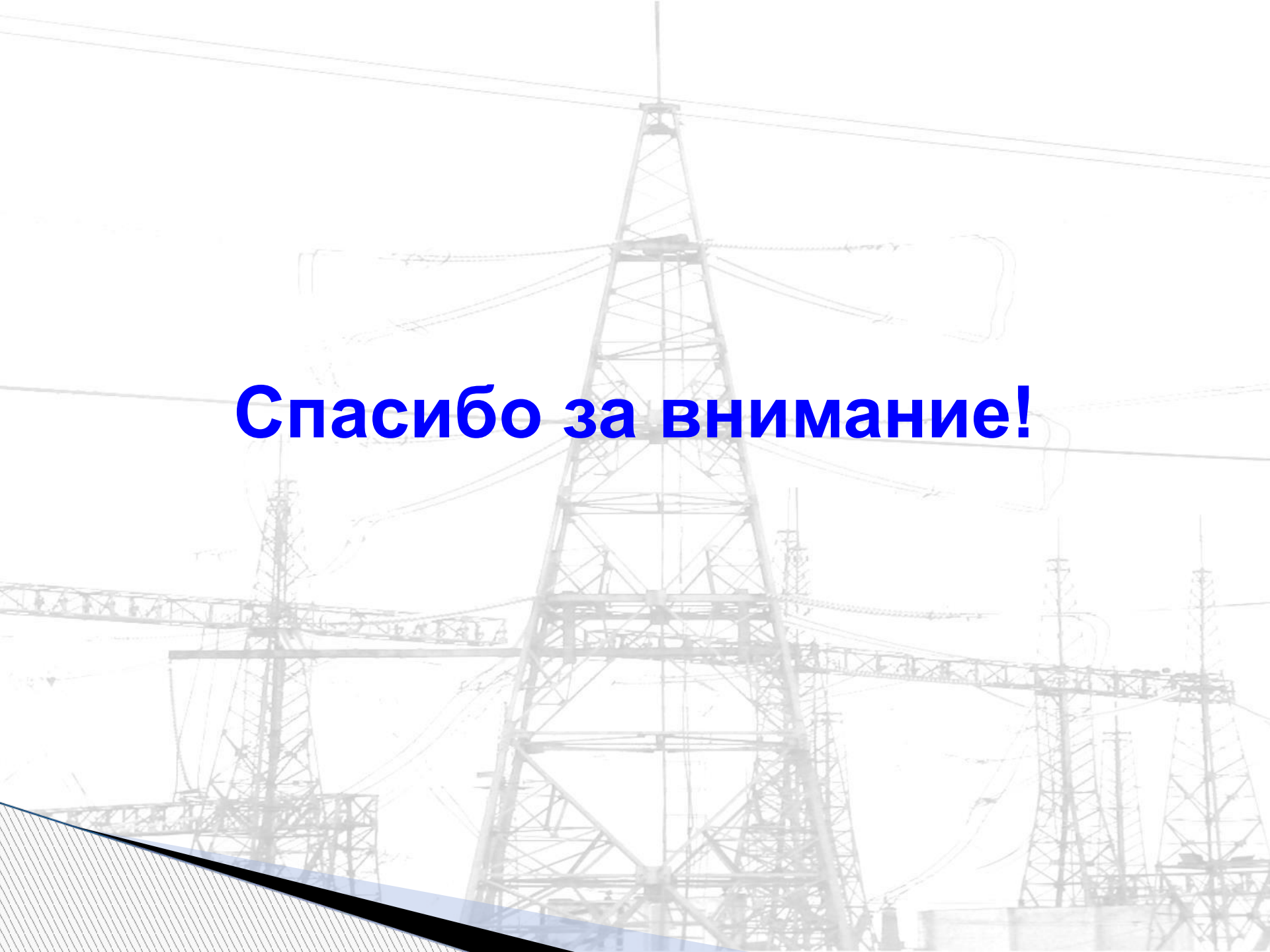
Дистанционный режим

Для программирования электросчетчика и считывания данных в дистанционном режиме управления используется программное обеспечение «Конфигуратор СЭТ-4ТМ». Считывание вспомогательных параметров, измеряемых счетчиком, производится через форму «Монитор» из меню «Параметры». Вид формы «Монитор» на рисунке.

При построении векторной диаграммы, по данным, снятым с использованием программного обеспечения «Конфигуратор СЭТ-4ТМ», вектор тока (IA) откладывается от одноименного вектора фазного напряжения U(A), на величину измеренного угла, в градусах, по часовой стрелке.

Аналогично откладываются вектора тока Ib и Ic.




Спасибо за внимание!